

6

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-154217

(43)Date of publication of application : 02.07.1991

(51)Int.Cl.

G11B 5/33

(21)Application number : 01-292324

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 13.11.1989

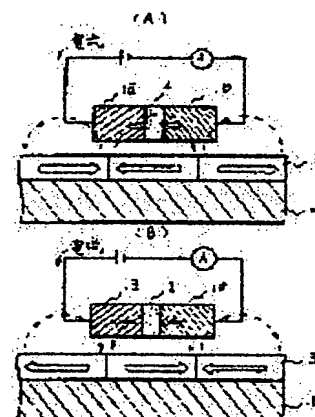
(72)Inventor : FUTAMOTO MASAOKI
 MATSUDA YOSHIFUMI
 TAKANO KOJI
 MIYAMURA YOSHINORI
 KUGIYA FUMIO
 SUZUKI MIKIO
 AKAGI KYO
 NAKAO TAKESHI
 FUKUOKA HIROTSUGU
 MUNEMOTO TAKAYUKI
 TAKAGAKI ATSUSUKE

(54) MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a magnetic head having a magnetism detecting element with high detection sensitivity with simple constitution by detecting a change in a tunnel current of ferromagnetic laminating elements connected in series via a very thin electric insulation film.

CONSTITUTION: An electric circuit is connected to a laminating element comprising ferromagnetic elements 1a, 1b connected in series via a very thin electric insulation film 2 and its current is measured. When the element is placed in a magnetic field leaked from a magnetic recording and reproducing medium 3, the elements 1a, 1b of the part in contact with the film 2 are magnetized and a tunnel current flows through them. When the elements 1a, 1b are placed in a magnetic field in the opposite direction, the magnetizing state of the elements 1a, 1b is changed resulting in changing its tunnel current. Thus, when the elements 1a, 1b pass above recording bits recorded periodically onto the recording medium, the current is varied with the direction of the magnetization of the bits. Thus, a magnetic head having a detection element with simple constitution is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-154217

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)7月2日

G 11 B 5/33

7426-5D

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全6頁)

⑮ 発明の名称 磁気ヘッドおよび磁気記憶装置

⑯ 特 願 平1-292324

⑰ 出 願 平1(1989)11月13日

⑱ 発 明 者 二 本 正 昭 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑱ 発 明 者 松 田 好 文 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑱ 発 明 者 高 野 公 史 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑱ 発 明 者 宮 村 芳 徳 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

磁気ヘッドおよび磁気記憶装置

2. 特許請求の範囲

1. 磁気記録媒体に記録された磁区より漏洩する磁束を検出する素子として、極薄の電気絶縁膜、半導体膜または半金属膜を介して直列に接続された複数個の強磁性体積層素子を用い、これに通電したとき該素子に流れるトンネル電流値が磁場の変化に応じて変化する現象を磁束検出の手段として用いることを特徴とする磁気ヘッド。

2. 特許請求の範囲第1項記載の磁気ヘッドにおいて、上記強磁性体積層素子は1枚の電気絶縁膜、半導体膜、または半金属膜を介して種類の異なる2個の強磁性体が直列に接続されている磁気ヘッド。

3. 特許請求の範囲第2項記載の磁気ヘッドにおいて、上記種類の異なる2個の強磁性体材料の仕事関数の差は0.3eV以上である磁気ヘッド。

4. 特許請求の範囲第1項または第2項記載の磁

気ヘッドにおいて、上記電気絶縁膜、半導体膜または半金属膜の厚さは0.5~1.0nmの範囲にある磁気ヘッド。

5. 特許請求の範囲第1項乃至第4項のいずれかに記載の磁気ヘッドにおいて、上記強磁性体は軟磁性材料である磁気ヘッド。

6. 特許請求の範囲第1項乃至第5項のいずれかに記載の磁気ヘッドにおいて、上記磁気ヘッドはさらに記録用の磁極を有する記録再生分離型である磁気ヘッド。

7. 特許請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかに記載の磁気ヘッドを用いたことを特徴とする磁気記憶装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は情報記録用の磁気ディスク装置等の磁気記憶装置に係り、特に記録情報の再生感度の優れた磁気ヘッドに関する。

(従来の技術)

磁気ディスク装置において、磁気記録媒体への

情報の記録再生は磁気ヘッドを用いて行なわれる。記録再生用の磁気ヘッドとして例えば電磁誘導型のリングヘッドが広く用いられている。コンピュータ等の記録装置として用いられるリジッド型磁気ディスク装置では、高速で回転する円板状の磁気記録媒体の表面上に極微の空間を保って浮上する磁気ヘッドに誘導電流を流して、磁気ヘッド先端に発生する磁場によつて磁気記録媒体への記録が行なわれる。記録密度が向上し記録ビットの寸法が小さくなるにつれ、記録効率と再生効率の良い磁気ヘッドが必要となつてきている。従来は、記録と再生を同一のリングヘッドで行つていたが、記録と再生の素子を分離してそれぞれの機能効率を向上させることを目的とした記録再生分離型磁気ヘッドも検討されている。この例としては、特開昭51-44917 などがある。記録再生分離型の磁気ヘッドにおいては、とくに高感度の再生機能を持つ素子が望まれており、磁気抵抗効果を使つた磁気検出素子(特公昭53-17404)や磁気感应トランジスタを用いた磁気検出素子(特開昭57-

177573)などが提案されている。しかし、この様な素子でも磁気検出感度が、とくに 100 Mb/in^2 以上の高密度磁気記録応用では十分とはいえなかつた。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明の目的は、磁気検出の感度が高くかつ実用的にも作り易い単純な構成の磁気検出用素子を持つ磁気ヘッドを提供することにある。

また、他の目的は、このような磁気ヘッドを用いた磁気記録装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的は、磁気記録媒体に記録された磁区より漏洩する磁束を検出する素子として、極薄の電気絶縁膜、半導体膜または半金属膜を介して直列に接続された複数個の強磁性体積層素子を用い、これに通電したとき該素子に流れるトンネル電流値が磁場の変化に応じて変化する現象を磁束検出の手段として用いる磁気ヘッドにより達成できる。

また、この磁気ヘッドを用いて上記他の目的の磁気記憶装置を実現できる。

〔作用〕

第1図(A)、第1図(B)および第2図を参照して原理を説明する。磁気検出用素子として、第1図に示すように電気絶縁膜2を介して直列に積層した強磁性体1a、1bから成る素子を用いる。電気絶縁膜2の厚さは、トンネル電流が流れ得る程度の 10 nm 以下 0.5 nm 以上、望ましくは 6 nm 以下 1 nm 以上とする。この積層素子に、第1図に示す様な電気回路を接続し、回路に流れる電流値を測定する。この素子が第1図(A)に示すように、磁気記録媒体から漏洩する磁場中に置かれている場合、電気絶縁膜2と接している部分の強磁性金属体1a、1bは漏洩磁場の影響を受けて磁化する。この状態で、素子には電気絶縁膜2と接している部分の強磁性金属1a、1bの電子状態を反映したトンネル電流が流れることになる。この電子状態は、強磁性金属の温度や結晶性にも影響を受けるが、磁化の向きや磁壁の存在などの磁化状態によつても微妙に影響を受ける。この素子を、第1図(B)に示すように、第1図

(A)とは逆向きの磁場中に置いた場合、強磁性金属1a、1bの磁化状態は第1図(A)の場合から変化する。この結果、電気絶縁膜2に接する部分の強磁性金属1a、1bの電子状態に変化が起り、トンネル電流が変化する。すなわち、磁気記録媒体に周期的に記録された記録ビットの上を、積層素子が通過する毎に、電流は記録ビットの磁化の向きに対応して変化するようになる。第2図に電流の変化の様子を示す。

電気絶縁膜を介して積層した2個の強磁性金属は同種材料であつても構わないが、磁界の変化に応じて大きな電流変化を生じしめるには仕事関数の異なつた異種材料の方が望ましい。トンネル電流値は、電気絶縁膜の厚さの他に、両側の強磁性金属の仕事関数の差によつても影響を受ける。仕事関数の差は 0.3 eV 以上、望ましくは 0.5 eV 以上であることが大きな電流変化を観測するには有効である。

強磁性金属は結晶質でも非晶質でも良いが、磁気記録媒体から漏洩する磁界の向きの変化に高速

で追随するためには高周波特性の優れた軟磁性材料であるのが望ましい。Fe, Fe-Ni, Co-Nb-Zr, Co-Nb-Ta, Fe-Si, Ni-Fe-BなどFe, Co, もしくはNi基の軟磁性材料などが可能である。

また、トンネル電流を測定する点では第1図に示した電気絶縁膜は Al_2O_3 , SiO_2 などの絶縁性の良い材料に限られるものでなく、Si, B, GaAsなどの半導体や半金属であつても良い。強磁性金属との比抵抗の顕著な差があれば、いずれも使用可能である。

第1図では、本発明の原理説明のために電気絶縁膜が1個の場合を示したが、原理的には強磁性材料と電気絶縁膜の組合せを複数設けても良く、磁性人工格子を使用することも有効である。

(実施例)

以下、本発明を実施例で説明する。

実施例1

第3図を参照して実施例を説明する。まず、通常の薄膜型リングヘッドの製造方法を用いて第3

図(A)に示す断面構造を持つリングヘッドを作製した。ここで基板31にはMnZnフェライト材、下部磁極32と上部磁極33はいずれもパーマロイ材とし膜厚をそれぞれ $20\mu m$, $15\mu m$ とした。ギャップ34の部分の材料は Al_2O_3 とし、ギャップ間隔は $0.5\mu m$ 、コイル35はCuとした。この薄膜型リングヘッドの上に、最も薄い部分の厚さが $3nm$ の Al_2O_3 材から成る電気絶縁膜36を形成し、その上にFe-Si-Alから成る厚さ $15\mu m$ の強磁性材37の膜を形成し、第3図(B)に示す断面構造を持つ磁気ヘッドを作製した。この磁気ヘッドは、薄膜リングヘッドが記録用の素子として働く。そして更に、その上に設けた電気絶縁膜36を介して形成した強磁性材37と、薄膜リングヘッドの上部磁極33を対とした素子を、再生用の素子として使用する記録再生分離型磁気ヘッドである。この磁気ヘッドは、薄膜リングヘッドの上部磁極を記録と再生用の素子構成の一部として共用しており、磁気ヘッドの全体構成を簡略化できるという特徴を持つ。

以下、第3図(B)の最上層に設けた強磁性材の種類を、パーマロイ(Fe-Ni), Fe, Fe-Si, Ni, Ni-Fe-B, Co, Co-Nb-Zr, Co-Ta-Zrとした以外は上記と同様の磁気ヘッドを作製した。

これらの磁気ヘッドの特性評価を下記の条件で行った。磁気記録媒体として5インチ径のリジッド磁気ディスクを用いた。磁性膜として、面内磁化膜であるCo-Ni系媒体(面内方向保磁力 $9000e$, 飽和磁化 $600emu/cc$)と、垂直磁化膜であるCo-Cr系媒体(垂直方向保磁力 $7000e$, 飽和磁化 $520emu/cc$)を用いた。ヘッドと媒体のスペーシングを $0.15\mu m$ 、相對運動速度を $15m/s$ とした。記録密度は $1kFCI$ と $50kFCI$ とし、記録は記録用の薄膜リングヘッドを用いて行つた。再生出力の信号/雑音比(S/N)を測定した。比較の対象として記録用の薄膜リングヘッドを再生用に使用して測定したS/N値を使用した。第1表および第2表に各々Co-Ni系面内磁化膜およびCo-

Cr系垂直磁化膜における測定結果を示す。なお、表中に示した仕事関数の差は強磁性材37と上部磁極33のパーマロイの仕事関数の差である。

第 1 表 記録媒体: Co-Ni 系面内磁化膜

強磁性材の種類	リングヘッド (比較基準)	バーマ ロイ	Fe-Si-Al	Fe-Si	Ni	Ni-Fe-B	Co	Co-Nb-Zr	Co-Ta-Zr
仕事関数の差 (eV)	-	0	0.55	0.3	0.2	0.1	0.6	1.2	0.9
記録密度	1	2.6	5.3	4.0	3.2	2.2	4.6	2.0	9.4
1kFCI	0.8	2.2	5.0	3.9	2.6	1.7	4.1	1.6	9.0
50kFCI									7.8

第 2 表 記録媒体: Co-Cr 系垂直磁化膜

強磁性材の種類	リングヘッド (比較基準)	バーマ ロイ	Fe-Si-Al	Fe-Si	Ni	Ni-Fe-B	Co	Co-Nb-Zr	Co-Ta-Zr
仕事関数の差 (eV)	-	0	0.55	0.3	0.2	0.1	0.6	1.2	0.9
記録密度	1	2.1	5.0	3.9	3.0	2.0	4.4	1.6	6.8
1kFCI	0.9	1.6	4.6	3.4	2.1	1.3	4.0	1.1	5.2
50kFCI									6.9

上であることが分つた。

実施例 3

実施例 1 において電気絶縁膜 36 の Al_2O_3 の代りに SiO_2 , MnO , NiO , BeO , $SiO_2-Al_2O_3$, $Mn-Zn$ フェライト, Y_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 を用いて磁気ヘッドを作製した。 $Mn-Zn$ フェライトは強磁性材料であるが電気的には絶縁材料であり、他の酸化物と同様に電気絶縁膜として使用することが可能であった。

実施例 4

実施例 1 において電気絶縁膜 36 の Al_2O_3 の代りに Si , B , BN を用いて磁気ヘッドを作製した。

実施例 3 および実施例 4 で作製した磁気ヘッドの特性評価を実施例 1 の場合と同様の条件で行った。強磁性材 37 と上部磁極の間に流れる電流の変化の測定による再生を試みたところ、その S/N の値は、いずれの磁気ヘッドでも、薄膜リングヘッドで再生を行った場合の S/N 値の 2 倍以上であった。

実施例 2

第 4 図 (A) ~ 第 4 図 (C) に示すプロセスで磁気ヘッドを作製した。基板 41 としてサファイアを用い、スパッタ法でまず厚さ $20\mu m$ の強磁性材 42 の Fe 膜を形成した (第 4 図 (A))。ついで、厚さ $2nm$ の半導体 43 の Si と厚さ $10nm$ の強磁性材 44 の $Fe-C$ を交互に 3 組形成した (第 4 図 (B))。この上に通常の薄膜ヘッド製造技術を用いて、パーマロイから成る下部磁極 45, Al_2O_3 から成るギャップ 47, Cu から成るコイル 48, $Co-Nb-Zr$ から成る上部磁極 46 を設け、第 4 図 (C) に示す断面構造を持つ磁気ヘッドを作製した。強磁性材間に挟む電気絶縁膜を半導体に変えた本実施例の磁気ヘッドを実施例 1 と同様の条件で評価したところ、 $Co-Ni$ 系面内磁化膜, $Co-Cr$ 系垂直磁化膜のいずれを用いた場合においても、 $1kFCI$, $50kFCI$ の線記録密度で記録した記録状態を再生した時の S/N 値は、従来のリングヘッドで再生した場合の S/N 値よりも少なくとも 3 倍以

(発明の効果)

本発明は、以上の実施例で述べたように磁気記録情報を再生する場合、従来用いられているリングヘッドの再生信号の S/N 値よりはるかに大きい S/N 値を与える新規な磁気ヘッドを提供するものである。構造も簡単であり、記録用の素子に重ねて本発明より成る再生素子を容易に設けることができ、記録と再生分離型の磁気ヘッドを単純なプロセスで製造できる。本発明による磁気ヘッドを用いれば、再生の S/N を大幅に改善できるので、磁気ヘッドと記録媒体のスペーシングが多少広くても高密度磁気記録の再生が可能であり、ヘッドクラッシュ等の事故の確率を下げることも可能である。この磁気ヘッドを磁気ディスク装置に使用することにより、装置の信頼性や高記録密度領域における磁気記録再生特性を大幅に改良することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図 (A), 第 1 図 (B) および第 2 図は本発明による磁気ヘッドの動作原理を説明するため

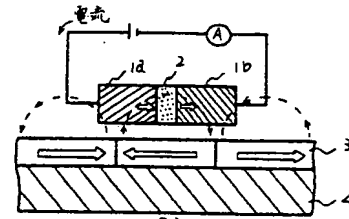
の図、第3図は本発明の一つの実施形態を説明するための断面図、第4図は本発明の他の実施形態を説明するための断面図である。

1 a, 1 b…強磁性体、2…電気絶縁膜、3…磁気記録媒体、4…基板、3 3…上部磁極、3 6…電気絶縁膜、3 7…強磁性材、4 2…強磁性材、4 3…半導体、4 4…強磁性材。

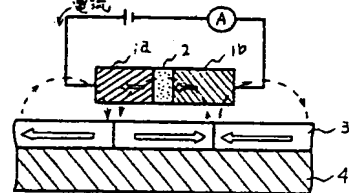
代理人 井理士 小川勝



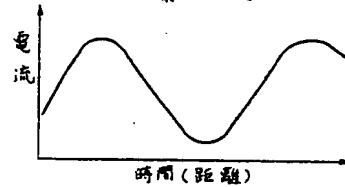
第1図
(A)



(B)

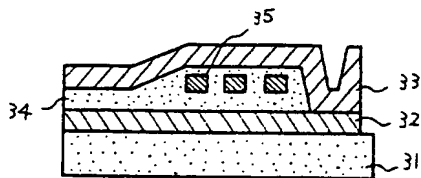


第2図

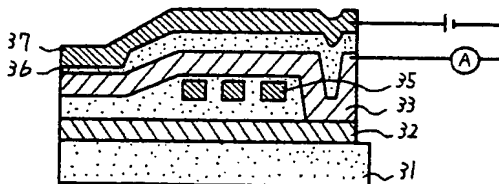


1a, 1b 強磁性体
2 電気絶縁膜
3 磁気記録媒体
4 基板

第3図
(A)

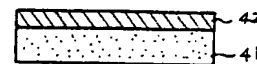


(B)

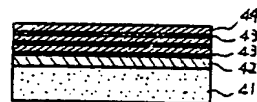


31 基板
32 下部磁極
33 上部磁極
34 ギャップ
35 コイル
36 電気絶縁膜
37 強磁性材

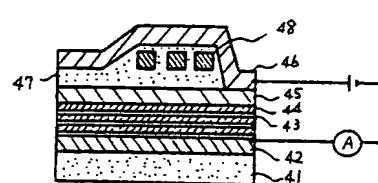
第4図
(A)



(B)



(C)



41 基板
42 下部磁極
43 上部磁極
44 ギャップ
45 コイル
46 電気絶縁膜
47 強磁性材
48 強磁性材

第1頁の続き

⑫発明者	釘屋	文雄	東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑫発明者	鈴木	幹夫	東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑫発明者	赤城	協	東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑫発明者	仲尾	武司	東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑫発明者	福岡	弘継	茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
⑫発明者	宗本	隆幸	茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
⑫発明者	高垣	篤補	神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内